Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University

Research on Animal Production, Vol. 17, Issue 2, 2026 p: 26 - 40

OPEN ACCESS

Research Paper

Effect of Dietary Supplementation of a Prebiotic Based on Inulin and Yeast Cell Wall on the Performance, Microbial Population, and Intestinal Morphology of Broiler Chickens

Amir Hossein Alizadeh-Ghamsari[1], Seyed Abdullah Hosseini[2], Hosna Hajati[3], Seyed Adel Moftakharzadeh[4], Mohammad Ali Behroozilak[5], Hamid Teimouri[6], Farhad Foroudi[7], and Mehdi Mojibi Meikolaei[8]

1- Associate Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition and Physiology, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran, (Corresponding author: amir3279@gmail.com)
2- Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition and Physiology, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
3, 4 & 5- Assistant Professor, Department of Animal and Poultry Nutrition and Physiology, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
6- Researcher, Animal Science Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
7 &8- Member of the Research and Development Group of Kourosh Livestock and Poultry Company, Tehran, Iran

Received: 05 October, 2025 Revised: 28 December, 2025 Accepted: 06 February, 2026

Extended Abstract

Background: In recent decades, the global poultry industry has faced multiple challenges, particularly the increasing legal restrictions and public concerns regarding the use of antibiotic growth promoters. These restrictions are mainly due to the risk of microbial resistance and the threat to public health, which has highlighted the necessity of seeking safe and appropriate alternatives. Among these, prebiotics, as indigestible compounds that provide a suitable substrate for the growth of beneficial intestinal bacteria, have attracted considerable attention. Research evidence has shown that the consumption of these compounds can, through increasing beneficial microbial populations, producing short-chain fatty acids, stimulating the immune system, and improving intestinal morphological characteristics, enhance the overall performance of poultry. However, the results of studies in this field have not always been consistent and conclusive. Such inconsistency of findings suggests that the impact of prebiotics depends on type, dosage, and rearing conditions. Since new combined products may exhibit different effects compared to individual prebiotics, their evaluation is of particular importance. Accordingly, a prebiotic supplement produced based on the combination of inulin and yeast cell wall may provide a practical response to the poultry industry's need for non-antibiotic growth promoters. Therefore, this study was designed and conducted to evaluate the effects of a combined prebiotic on productive traits, microbial populations, and intestinal morphological characteristics of broiler chickens.

Methods: The present study was conducted using 750 one-day-old Ross 308 broiler chicks (mixed sex in equal ratio) in a completely randomized design with five treatments, five replicates, and 30 chicks per replicate (pen). The experimental groups included 1) a basal diet without prebiotic (control), 2-4) basal diets containing the prebiotic Prolin (based on inulin and *Saccharomyces cerevisiae* cell wall) at levels of 500, 750, and 1000 g/ton, respectively, and 5) a basal diet containing antibiotic (zinc bacitracin) at 1000 g/ton of feed, which were provided from days 1 to 42. At the end of each rearing period (days 10, 24, and 42), group weighing and feed intake measurement were performed for each replicate, and daily mortalities were recorded and weighed to calculate feed conversion ratio (FCR), livability rate, production index, and feed cost per kilogram of live weight. At day 42, blood samples were collected from two birds in each experimental unit, and antibody titers against Newcastle and avian influenza disease vaccines were determined using the hemagglutination inhibition test. Moreover, blood was collected from one other bird in each replicate with a heparinized syringe to perform differential white blood cell counts, and the heterophil-to-lymphocyte ratio was calculated afterward.

Copyright ©2026 Alizadeh-Ghamsari et al. Published by Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 Unported License which allows users to read, copy, distribute and make derivative works for non-commercial purposes from the material, as long as the author of the original work is cited properly.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61882/rap.2026.1570]

At the same age, two birds with body weights close to the group average were slaughtered, their ileal content were collected, and microbial populations, including *Lactobacillus spp*., coliforms, and Gram-negative bacteria, were enumerated using selective media. Moreover, tissue samples of the mid-jejunum tissue were isolated and stained with hematoxylin and eosin to measure the morphological characteristics, including villus length and width, crypt depth, villus height-to-crypt depth ratio, and villus surface area. All data were analyzed using the GLM procedure of SAS software (version 9.4), and mean comparisons were performed by Duncan's test at the 5% significance level. Additionally, to determine linear or quadratic relationships between levels of prebiotic intake, the data were subjected to orthogonal analysis, and the significance was reported at the 5% level.

Results: At day 10, adding 750 g of the prebiotic per ton of feed significantly improved the body weight and FCR of broiler chickens compared with the other experimental groups ($P < 0.05$). At day 24, the lowest FCR belonged to the group receiving 500 g of the prebiotic per ton of feed, and its difference with the control and the 750 g prebiotic group was significant ($P < 0.05$). At day 42, supplementing 500 g of the prebiotic per ton of feed significantly improved body weight, FCR, and the production index compared with the control ($P < 0.05$). The livability rate was higher in the groups receiving 1000 g of the prebiotic and the antibiotic per ton of feed than in the other experimental groups ($P < 0.05$). The lowest feed cost was observed in the groups receiving 500 g of the prebiotic and the antibiotic, and the difference between the former group and the other treatments was significant, except for the antibiotic ($P < 0.05$). The use of different levels of the prebiotic in the diet did not significantly affect feed intake (during different rearing periods), antibody titers against Newcastle and avian influenza disease vaccines, or differential white blood counts ($P > 0.05$). The highest villus surface area of the jejunum among the prebiotic groups was observed in birds receiving 750 g of the prebiotic per ton of feed ($P < 0.05$). Supplementation with different levels of prebiotic linearly and quadratically increased the population of *Lactobacillus* spp. in the ileal contents ($P < 0.05$).

Conclusion: Overall, prebiotic supplementation improved productive traits, intestinal morphology, and gut microbial balance, supporting its role as a suitable alternative to antibiotic growth promoters. Considering the reduction in feed cost per kg live weight (more than 5.5% compared with the control), dietary supplementation of this product is recommended at a level of 500 g.

Keywords: Broiler, Gut microbial balance, Jejunal villus development, Prebiotic

How to Cite This Article: Alizadeh-Ghamsari, A H., Hosseini, S A., Hajati, H., Moftakharzadeh, S A., Behroozilak, M A., Teimouri, H., Foroudi, F., & Mojibi Meikolaei, M. (2026). Effect of Dietary Supplementation of a Prebiotic Based on Inulin and Yeast Cell Wall on the Performance, Microbial Population, and Intestinal Morphology of Broiler Chickens. *Res Anim Prod,* 17(2), 26-40. DOI: 10.61882/rap.2026.1570

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61882/rap.2026.1570]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

مقاله پژوهشی

تأثیر افزودن پری‌بیوتیک بر پایه اینولین و دیواره سلولی مخمر به جیره بر عملکرد، جمعیت میکروبی و ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی

امیرحسین علیزاده قمصری[۱]، سید عبداله حسینی[۲]، حسنا حاجاتی[۳]، سید عادل مفتخر زاده[۴]، محمدعلی بهروزی لک[۵]، حمید تیموری[۶]، فرهاد فرودی[۷] و مهدی مجیبی میکلائی[۸]

۱- دانشیار، بخش تحقیقات تغذیه و فیزیولوژی دام و طیور، موسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، (نویسنده مسوول: amir3279@gmail.com)

۲- استاد، بخش تحقیقات تغذیه و فیزیولوژی دام و طیور، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۳، ۴ و ۵- استادیار، بخش تحقیقات تغذیه و فیزیولوژی دام و طیور، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۶- پژوهشگر، مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۷ و ۸- عضو گروه تحقیق و توسعه شرکت دام و طیور کوروش، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۱۳ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۱۷
صفحه: ۲۶ تا ۴۰

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: در دهه‌های اخیر، صنعت طیور جهانی با چالش‌های متعددی به‌ویژه محدودیت‌های فزاینده قانونی و نگرانی‌های عمومی نسبت به استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد مواجه شده است. این محدودیت‌ها عمدتاً ناشی از خطر بروز مقاومت‌های میکروبی و تهدید سلامت عمومی هستند و ضرورت جستجوی جایگزین‌های ایمن و مناسب را پررنگ‌تر ساخته‌اند. در این میان، پری‌بیوتیک‌ها به‌عنوان ترکیبات غیر قابل هضم که بستر مناسبی را برای رشد باکتری‌های مفید روده فراهم می‌کنند، توجه فراوانی را به خود جلب کرده‌اند. شواهد پژوهشی نشان داده‌اند که مصرف این ترکیبات می‌تواند با افزایش جمعیت میکروبی مفید، تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر، تحریک سیستم ایمنی و بهبود ویژگی‌های ریخت‌شناختی روده، عملکرد کلی طیور را ارتقاء بخشد. با این‌حال، نتایج مطالعات انجام شده در این زمینه همواره یکسان و قطعی نبوده‌اند. این ناهمگونی در نتایج احتمالاً نشان می‌دهد که اثربخشی پری‌بیوتیک‌ها تحت تأثیر نوع، مقدار مصرف و شرایط پرورش قرار می‌گیرد. از آن جا که محصولات ترکیبی جدید ممکن است اثرات متفاوت‌تری نسبت به پری‌بیوتیک‌های منفرد داشته باشند، ارزیابی آن‌ها اهمیتی دوچندان دارد. بر همین اساس، یک مکمل پری‌بیوتیکی تولید شده بر پایه ترکیب اینولین و دیواره سلولی مخمر ممکن است پاسخی کاربردی به نیاز صنعت طیور برای محرک‌های رشد غیر آنتی‌بیوتیکی باشد. لذا، این پژوهش با هدف ارزیابی اثرات یک پری‌بیوتیک ترکیبی بر صفات تولیدی، جمعیت میکروبی و ویژگی‌های ریخت‌شناختی روده جوجه‌های گوشتی طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر با استفاده از ۷۵۰ قطعه جوجه یک‌روزه سویه راس ۳۰۸ (مخلوط دو جنس با نسبت مساوی) در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، پنج تکرار و ۳۰ قطعه جوجه در هر تکرار (پن) انجام شد. گروه‌های آزمایشی شامل پرندگان دریافت کننده: ۱) جیره پایه فاقد پری‌بیوتیک (شاهد)، ۲ تا ۴) جیره‌های پایه حاوی پری‌بیوتیک پرولین (بر پایه اینولین و دیوار سلولی مخمر ساکارومایسس سرویسیه) به‌ترتیب به‌میزان ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ گرم در تن و ۵) جیره پایه حاوی آنتی‌بیوتیک (زینک باسیتراسین) به‌میزان ۱۰۰۰ گرم در تن خوراک بودند که از سن ۱ تا ۴۲ روزگی در اختیار پرندگان قرار گرفتند. در پایان هر دوره پرورش (سنین ۱۰، ۲۴ و ۴۲ روزگی)، وزن‌کشی گروهی و اندازه‌گیری خوراک مصرفی هر تکرار انجام و تلفات روزانه ثبت و توزین شدند تا ضریب تبدیل غذایی، درصد ماندگاری، شاخص تولید و هزینه خوراک مصرفی به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده محاسبه شوند. در سن ۴۲ روزگی، از دو پرنده در هر واحد آزمایشی خون‌گیری و تیتر آنتی‌بادی علیه واکسن‌های بیماری‌های نیوکاسل و آنفلوآنزا به روش مهار هماگلوتیناسیون تعیین شد. علاوه بر این، از یک پرنده دیگر در هر تکرار خون‌گیری با سرنگ حاوی هپارین انجام شد تا شمارش تفریقی گلبول‌های سفید انجام و نسبت هتروفیل به لنفوسیت محاسبه شود. در همین سن، دو پرنده با وزن نزدیک به میانگین هر گروه کشتار و محتوای ایلئوم آن‌ها جمع‌آوری شد تا جمعیت میکروبی شامل لاکتوباسیلوس‌ها، کلی‌فرم‌ها و باکتری‌های گرم‌منفی در محیط‌های کشت اختصاصی شمارش شوند. همچنین، نمونه‌های بافت بخش میانی ژژونوم پس از جداسازی، با هماتوکسیلین و ائوزین رنگ‌آمیزی شدند و ویژگی‌های ریخت‌شناختی شامل طول و ضخامت پرز، عمق کریپت، نسبت طول پرز به عمق کریپت و مساحت سطح پرز محاسبه شدند. کلیه داده‌ها با رویه GLM نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام گرفت. علاوه بر این، برای تعیین روابط خطی یا درجه دوم بین سطوح مصرف پری‌بیوتیک، داده‌ها مورد آنالیز اورتوگونال قرار گرفتند و معنی‌دار بودن آن در سطح ۵ درصد گزارش شد.

یافته‌ها: در سن ۱۰ روزگی افزودن ۷۵۰ گرم در تن خوراک پری‌بیوتیک سبب بهبود معنی‌دار وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی شد ($P < ۰/۰۵$). این در حالی بود که در سن ۲۴ روزگی، کمترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به گروه دریافت کننده ۵۰۰ گرم پری‌بیوتیک بود و اختلاف آن با گروه‌های شاهد و مصرف کننده ۷۵۰ گرم پری‌بیوتیک در تن خوراک معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$). در سن ۴۲ روزگی، افزودن ۵۰۰ گرم پری‌بیوتیک به هر تن خوراک سبب بهبود معنی‌دار وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی و شاخص تولید نسبت به گروه شاهد شد ($P < ۰/۰۵$). درصد ماندگاری در گروه‌های مصرف کننده ۱۰۰۰ گرم در تن پری‌بیوتیک و آنتی‌بیوتیک بالاتر از سایر گروه‌های آزمایشی بود ($P < ۰/۰۵$). کمترین هزینه خوراک مصرفی به‌ترتیب در گروه‌های مصرف کننده ۵۰۰ گرم در تن پری‌بیوتیک و آنتی‌بیوتیک مشاهده شد و اختلاف گروه اول نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی به‌جز آنتی‌بیوتیک معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$). استفاده از سطوح مختلف پری‌بیوتیک در جیره اثر معنی‌داری بر خوراک مصرفی (در دوره‌های مختلف پرورش)، تیتر آنتی‌بادی در پاسخ به واکسیناسیون علیه ویروس بیماری‌های نیوکاسل و آنفلوآنزا و نیز شمارش تفریقی گلبول‌های سفید خون نداشت ($P > ۰/۰۵$). بیشترین مساحت سطح پرزهای ژژونوم بین گروه‌های دریافت کننده پری‌بیوتیک، در پرندگان مصرف کننده ۷۵۰ گرم در تن خوراک مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$). افزودن سطوح مختلف پری‌بیوتیک به‌صورت خطی و درجه دوم سبب افزایش معنی‌دار جمعیت لاکتوباسیلوس‌های موجود در محتویات ایلئوم شد ($P < ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: به طور کلی، استفاده از پری‌بیوتیک به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای آنتی‌بیوتیک محرک رشد، صفات تولیدی، ویژگی‌های ریخت‌شناختی و جمعیت میکروبی روده جوجه‌های گوشتی را بهبود داد. با در نظر گرفتن کاهش هزینه خوراک مصرفی به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده (بیش از ۵/۵ درصد نسبت به گروه شاهد)، افزودن این محصول به‌میزان ۵۰۰ گرم در هر تن خوراک قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: پری‌بیوتیک، تعادل میکروبی روده، تکامل پرزهای ژژونوم، جوجه گوشتی

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61882/rap.2026.1570]

مقدمه

در دهه‌های اخیر، صنعت طیور جهان با چالش‌های مهمی همچون افزایش محدودیت‌های قانونی و نگرانی‌های عمومی نسبت به استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد مواجه شده است (Salim *et al.,* 2018). این محدودیت‌ها که ریشه در خطر بروز مقاومت‌های میکروبی و تهدید سلامت عمومی دارند، موجب شده‌اند که پژوهشگران و تولیدکنندگان به‌دنبال جایگزین‌های ایمن و پایدار برای آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد باشند (Pourangha *et al.,* 2024). یکی از راهکارهای امیدبخش در این زمینه استفاده از پری‌بیوتیک‌ها است که به‌عنوان ترکیبات غیر قابل هضم، محیطی مطلوب برای رشد و تکثیر باکتری‌های مفید دستگاه گوارش فراهم می‌آورند (Deehan *et al.,* 2024). ترکیباتی پری‌بیوتیکی (از جمله اینولین و دیواره سلولی مخمر) به‌طور گسترده‌ای بررسی شده‌اند و یافته‌ها نشان می‌دهند که مصرف آن‌ها می‌تواند باعث بهبود جمعیت میکروبی مفید (Nabizadeh, 2012; Teng & Kim, 2018)، افزایش تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر (Ricke *et al.,* 2020)، تحریک سیستم ایمنی (Sayed *et al.,* 2023) و بهبود ویژگی‌های ریخت‌شناسی روده طیور شود (Bucław, 2016; Bayat *et al.,* 2025).

با وجود شواهد امیدوار کننده، نتایج پژوهش‌ها درباره تأثیر پری‌بیوتیک‌ها بر عملکرد طیور همواره یکسان و قطعی نبوده‌اند. مثلاً، یک مطالعه نشان داد که افزودن یک درصد اینولین به جیره، موجب افزایش معنی‌دار وزن نهایی بدن و بهبود ارتفاع پرزهای روده در جوجه‌های گوشتی شد (Nabizadeh, 2012). در پژوهشی دیگر گزارش شد که افزودن اینولین به جیره به میزان دو درصد توانست فعالیت ارگانیسم‌های متابولیزه‌کننده کربوهیدرات در سکوم را افزایش و ترکیب جمعیت میکروبی روده را تغییر دهد، اما سطوح بالاتر لزوماً مزایای بیشتری نداشت (Xia *et al.,* 2021). این در حالی است که پژوهشگران قبلی نشان دادند که استفاده از دو درصد پری‌بیوتیک (حاوی اینولین) در جیره اثر مثبت معنی‌داری بر عملکرد جوجه گوشتی نداشت (Li *et al.,* 2019). اما در تحقیقی تازه‌تر، افزودن ۰/۵ تا ۲ گرم پری‌بیوتیک (حاوی اینولین) به هر کیلوگرم جیره سبب تنظیم جمعیت میکروبی و بهبود سلامت دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی شد (Li *et al.,* 2025). از سوی دیگر، استفاده از پری‌بیوتیک حاوی مانان الیگوساکارید (حاصل از مخمر) به میزان ۴ میلی‌لیتر در هزار لیتر آب، سبب بهبود عملکرد رشد و کاهش مرگ و میر در جوجه‌های گوشتی تحت آسیت القایی شد (Fathi *et al.,* 2019)؛ اما در پژوهشی استفاده از پری‌بیوتیک (حاوی دیواره سلولی مخمر) اثر معنی‌داری بر صفات تولیدی جوجه‌های گوشتی نگذاشت (Munoz *et al.,* 2023). در عین حال، پژوهشگران دیگر نشان دادند که استفاده از ترکیب اسیدهای آلی و پری‌بیوتیک عملکرد پرندگان تغذیه شده با سویای کم پروتئین را بهبود داد (Hanai Tayran Yazd *et al.,* 2024). این ناهمگونی در یافته‌ها نشان می‌دهد که پری‌بیوتیک‌ها الزاماً در همه شرایط و همه سطوح مصرف، اثر یکسانی ندارند و نیاز به مطالعات تکمیلی برای تعیین دوز و ترکیب بهینه وجود دارد. این موضوع زمانی اهمیت بیشتری می‌یابد که محصولات جدیدتر و ترکیبی مورد استفاده قرار گیرند، زیرا اثرات بالقوه آن‌ها می‌توانند پیچیده‌تر و متفاوت‌تر از پری‌بیوتیک‌های منفرد باشند.

بنا بر این، در شرایطی که صنعت طیور نیازمند جایگزین‌های طبیعی و کارآمد برای آنتی‌بیوتیک‌ها است، ارزیابی ترکیبات جدیدی که در این حوزه طراحی شده‌اند، می‌تواند پاسخی علمی و کاربردی به این نیاز باشد. با توجه به محدودیت داده‌های علمی درباره نتایج استفاده توأمان از دو منبع شناخته شده پری‌بیوتیک (اینولین و دیواره سلولی مخمر) و لزوم مقایسه سطوح مختلف مصرف برای شناسایی دوز بهینه و اقتصادی، این پژوهش با هدف ارزیابی اثرات استفاده از یک مکمل پری‌بیوتیکی ترکیبی بر صفات تولیدی و اقتصادی، جمعیت میکروبی و ویژگی‌های ریخت‌شناختی روده جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات طیور موسسه تحقیقات علوم دامی کشور (کرج، ایران) انجام شد. در این آزمایش، از ۷۵۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ با پنج تیمار، پنج تکرار و ۳۰ قطعه جوجه در هر تکرار (پن) استفاده شد. آزمایش از سن یک روزگی شروع و تا پایان دوره پرورش (سن ۴۲ روزگی) ادامه یافت. گروه‌های آزمایشی شامل پرندگان دریافت کننده: ۱) جیره پایه فاقد پری‌بیوتیک (شاهد)، ۲ تا ۴) جیره‌های پایه حاوی پری‌بیوتیک پرولین به‌ترتیب به میزان ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ گرم در تن و ۵) جیره پایه حاوی آنتی‌بیوتیک (زینک باسیتراسین ۱۵ درصد، رویان دارو، تهران) به میزان ۱۰۰۰ گرم در تن خوراک بودند که در قالب خوراک پلت در اختیار پرندگان قرار گرفتند. تمام تیمارهای خوراکی بر اساس پیشنهاد راهنمای پرورش سویه برای سه دوره آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی)، رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) تنظیم و از نظر انرژی و پروتئین مشابه در نظر گرفته شدند (جدول ۱). پری‌بیوتیک پرولین (شرکت مایازیست فرآیند، زیرمجموعه هلدینگ دارویی گروه صنعتی گلرنگ، تهران) شامل ترکیبی از اینولین و دیواره سلولی مخمر ساکارومایسس سرویسیه بود.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61882/rap.2026.1570]

جدول ۱- اقلام خوراکی و ترکیب شمیایی جیره غذایی پایه جوجه‌های گوشتی در دوره‌های مختلف پرورش
Table 1. Feed ingredients and chemical composition of the basal diet of broiler chickens during different rearing periods

اجزای تشکیل دهنده (درصد) Ingredients (%)	۱ تا ۱۰ روزگی 1-10 days	۱۱ تا ۲۴ روزگی 11-24 days	۲۵ تا ۴۲ روزگی 25-42 days
دانه ذرت Corn	52.70	58.00	61.90
کنجاله سویا Soybean meal	37.00	33.00	31.00
کنجاله گلوتن ذرت Corn gluten meal	3.50	2.00	-
روغن سویا Soybean oil	1.30	1.50	1.60
بنتونیت Bentonite	0.50	0.50	0.50
کنسانتره ۵ درصد[۱] Concentrate 5%	5.00	5.00	5.00
ترکیب شیمیایی (محاسبه شده) Chemical composition (calculated)			
انرژی قابل سوخت و ساز (کیلوکالری در کیلوگرم) Metabolizable energy (kcal/kg)	2850	2960	2980
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	23	20	19
لیزین قابل هضم (درصد) Digestible lysine (%)	1.24	1.10	1.02
متیونین+ سیستین قابل هضم (درصد) Digestible methionine+ cysteine (%)	0.92	0.81	0.75
ترئونین قابل هضم (درصد) Digestible threonine (%)	0.82	0.73	0.67
تریپتوفان قابل هضم (درصد) Digestible tryptophan (%)	0.22	0.20	0.18
آرژنین قابل هضم (درصد) Digestible arginine (%)	1.33	1.18	1.09
ایزولوسین قابل هضم (درصد) Digestible Isoleucine (%)	0.840	0.75	0.69
والین قابل هضم (درصد) Digestible valine (%)	0.95	0.85	0.78
کلسیم (درصد) Calcium (%)	0.95	0.75	0.65
فسفر قابل دسترس (درصد) Available phosphorous (%)	0.50	0.42	0.36
سدیم (درصد) Sodium (%)	0.16	0.16	0.16
پتاسیم (درصد) Potassium (%)	0.94	0.88	0.85
کلر (درصد) Chlorine (%)	0.23	0.21	0.20
تعادل آنیون-کاتیونی (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم) Anion- cation balance (meq/kg)	245	235	230

[۱]هر کیلوگرم از کنسانتره مورد استفاده حاوی ۲۴۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین A، ۹۰۰۰۰ واحد بین‌المللی ویتامین D_3، ۱۳۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۶۰ میلی‌گرم ویتامین K_3، ۰/۳۴ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۵۰ میلی‌گرم تیامین، ۱۳۰میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۶۰۰ میلی‌گرم نیاسین، ۶۴ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۳/۶ میلی‌گرم بیوتین، ۳۸ میلی‌گرم اسید فولیک، ۳۵۰ میلی‌گرم اسید پانتوتنیک، ۶/۲۵ میلی‌گرم اتوکسی کوئین، ۴۰۰ میلی‌گرم سولفات آهن، ۲۲۰۰ میلی‌گرم سولفات روی، ۲۴۰۰ میلی‌گرم سولفات منگنز، ۲۵ میلی‌گرم یدات کلسیم، ۳۲۰ میلی‌گرم سولفات مس و ۶ میلی‌گرم سلنیت سدیم بود و نیز مقادیر ذیل را تأمین نمود: ۱۱۱۰ کیلوکالری انرژی قابل متابولیسم، ۱۴/۵ درصد پروتئین خام، ۳/۹ درصد لیزین قابل هضم، ۶/۵ درصد متیونین+ سیستین قابل هضم، ۲/۲ درصد ترئونین قابل هضم، ۱۳/۳ درصد کلسیم، ۵/۸ درصد فسفر قابل دسترس، ۲/۸ درصد سدیم و ۳/۸ درصد کلر.

Each kilogram of the concentrate used contained 240,000 IU of vitamin A, 90,000 IU of vitamin D3, 1,300 mg of vitamin E, 60 mg of vitamin K3, 0.34 mg of vitamin B12, 50 mg of thiamine, 130 mg of riboflavin, 600 mg of niacin, 64 mg of pyridoxine, 3.6 mg of biotin, 38 mg of folic acid, 350 mg of pantothenic acid, 6.25 mg of ethoxyquin, 400 mg of ferrous sulfate, 2,200 mg of zinc sulfate, 2,400 mg of manganese sulfate, 25 mg of calcium iodate, 320 mg of copper sulfate, and 6 mg of sodium selenite. In addition, it provided the following nutrients: 1,110 kcal of metabolizable energy, 14.5% crude protein, 3.9% digestible lysine, 6.5% digestible methionine+ cysteine, 2.2% digestible threonine, 13.3% calcium, 5.8% available phosphorus, 2.8% sodium, and 3.8% chloride..

برنامه واکسیناسیون از جمله علیه ویروس بیماری‌های نیوکاسل و آنفلوآنزا طبق توصیه دامپزشک منطقه انجام شد (جدول ۲).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-17]
[DOI: 10.61882/rap.2026.1570]

جدول ۲- برنامه واکسیناسیون جوجه‌های گوشتی در طول دوره پرورش

Table 2. The vaccination program of broiler chickens during the rearing period

سن (روز) Age (day)	نوع واکسن Vaccine type	سویه Strain	طریقهٔ واکسیناسیون Route of administration
یک روزگی 1 day old	برونشیت عفونی Infectious bronchitis	اچ ۱۲۰ H120	اسپری Spray
۹ روزگی 9 day old	دوگانه نیوکاسل-آنفولانزای پرندگان Bivalent Newcastle-Avian Influenza	وی ۴ - اچ۹ان۲ V4- H9N2	تزریق زیرجلدی Subcutaneous injection
۱۲ روزگی 12 day old	نیوکاسل Newcastle disease	بی ۱ B1	آشامیدنی Drinking water
۱۶ روزگی 16 day old	گامبورو Gumboro (IBD)	دی ۷۸ D78	آشامیدنی Drinking water
۱۹ روزگی 19 day old	نیوکاسل Newcastle disease	لاسوتا LaSota	آشامیدنی Drinking water
۲۳ روزگی 23 day old	گامبورو Gumboro (IBD)	دی ۷۸ D78	آشامیدنی Drinking water
۲۶ روزگی 26 day old	نیوکاسل Newcastle disease	لاسوتا LaSota	آشامیدنی Drinking water

در پایان هر دوره پرورش، وزن‌کشی جوجه‌های هر تکرار به‌صورت گروهی انجام گرفت و مقدار خوراک مصرفی هر تکرار نیز اندازه‌گیری شد. تلفات به‌صورت روزانه جمع‌آوری و توزین شدند و جهت محاسبه ضریب تبدیل غذایی، درصد ماندگاری و شاخص تولید مورد استفاده قرار گرفتند. در پایان دوره پرورش، هزینه خوراک مصرفی به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده با در نظر گرفتن قیمت افزودنی به‌کار رفته برای هر تیمار محاسبه شد. برای بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر پاسخ تیتر آنتی‌بادی، در سن ۴۲ روزگی از دو قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی به‌میزان ۳ میلی‌لیتر خون‌گیری به‌عمل آمد. بعد از جداسازی سرم، تیتر آنتی‌بادی در پاسخ به واکسن‌های نیوکاسل و آنفلوآنزا به‌روش مهار هماگلوتیناسیون اندازه‌گیری شد (Zhai *et al.,* 2011). در سن ۴۲ روزگی، خون‌گیری از یک قطعه پرنده از هر تکرار با کمک سرنگ آغشته به ماده ضدّ انعقاد هپارین جهت شمارش تفریقی گلبول‌های سفید، شامل: هتروفیل، لنفوسیت، مونوسیت و ائوزینوفیل، انجام و نیز نسبت هتروفیل به لنفوسیت محاسبه شد (Olfati *et al.,* 2018). به‌منظور ارزیابی درصد لاشه و اندام‌های داخلی، در پایان دوره آزمایش (سن ۴۲ روزگی)، پس از اعمال حدود ۶ ساعت گرسنگی، تعداد دو قطعه پرنده از هر واحد آزمایشی با وزن بدن نزدیک به میانگین وزن پن، انتخاب و پس از توزین، کشتار شدند. سپس نمونه محتویات ایلئوم یک قطعه پرنده کشتار شده از هر تکرار جهت ارزیابی جمعیت میکروبی شامل کل باکتری‌های گرم‌منفی، لاکتوباسیلوس‌ها و کلی‌فرم‌ها جمع‌آوری شدند. به‌طور خلاصه، برای کشت لاکتوباسیلوس‌ها از محیط کشت Rogosa SL آگار تحت شرایط بی‌هوازی در دمای ۳۷ درجه سلسیوس استفاده شد و کلی‌فرم‌ها در محیط کشت VRB آگار تحت شرایط هوازی و در همان دما کشت داده شدند. شمارش کلونی‌های تشکیل‌شده در این دو گروه پس از ۲۴ و ۴۸ ساعت انکوباسیون انجام گرفت. همچنین، باکتری‌های گرم‌منفی در محیط کشت McConkey آگار در شرایط هوازی و دمای ۳۷ درجه سلسیوس کشت داده شدند و کلونی‌های حاصل پس از ۱۸ ساعت مورد شمارش قرار گرفتند (Alizadeh-Ghamsari *et al.,* 2018).

برای بررسی تغییرات بافتی روده، نمونه‌های بافت بخش میانی ژژونوم پرندگان کشتار شده جداسازی و در محلول فرمالین ۱۰ درصد تثبیت شدند. در ادامه، رنگ‌آمیزی با هماتوکسیلین و ائوزین انجام و با کمک دوربین نصب شده روی میکروسکوپ نوری و نرم‌افزار EPIX XCAP، ویژگی‌های ریخت‌شناختی نُه عدد پرز سالم به‌ازای هر نمونه، بررسی شدند. این ویژگی‌ها شامل طول پرز، ضخامت پرز، عمق کریپت و نسبت طول پرز به عمق کریپت بودند. میانگین مساحت سطح پرز نیز از رابطه ۱ محاسبه شد (Marchewka *et al.,* 2021).

رابطه (۱) = مساحت سطح پرز

(میانگین طول پرزها) × (۲/ میانگین ضخامت پرزها) × ۲π

در پایان، داده‌های ثبت شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۴) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد. مدل آماری به شرح ذیل بود (رابطه ۲):

رابطه (۲) $X_{ij} = \mu + \delta_j + e_{ij}$

در این رابطه، X = مقدار مشاهده شده، μ = میانگین جامعه، δ_j= اثر هر تیمار و e_{ij} = اثر خطای آزمایشی هستند. علاوه بر این، برای تعیین روابط خطی یا درجه دوم بین سطوح مصرف پری‌بیوتیک، داده‌ها مورد آنالیز اورتوگونال قرار گرفتند و معنی‌دار بودن آن در سطح ۵ درصد گزارش شد.

نتایج و بحث

نتایج استفاده از سطوح مختلف پری‌بیوتیک بر صفات عملکردی در جدول ۳ نشان داده شده‌اند.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61882/rap.2026.1570]

جدول ۳- اثر افزودن پری‌بیوتیک به جیره بر صفات عملکردی در دوره‌های مختلف پرورش جوجه‌های گوشتی

Table 3. Effects of dietary supplementation with the prebiotic on performance traits during the rearing periods of broiler chickens

فراسنجه Parameter / تیمار Treatment	صفات عملکردی Productive traits								
	۱ تا ۱۰ روزگی 1-10 days			۱ تا ۲۴ روزگی 1-24 days			۱ تا ۴۲ روزگی 1-42 days		
	وزن بدن (گرم) Body weight (g)	خوراک مصرفی (گرم) Feed intake (g)	ضریب تبدیل غذایی Feed conversion ratio	وزن بدن (گرم) Body weight (g)	خوراک مصرفی (گرم) Feed intake (g)	ضریب تبدیل غذایی Feed conversion ratio	وزن بدن (گرم) Body weight (g)	خوراک مصرفی (گرم) Feed intake (g)	ضریب تبدیل غذایی Feed conversion ratio
شاهد (فاقد افزودنی) Control (without additive)	299.7^{bc}	286.8^{ab}	0.957^{a}	1157.1	1416.8	1.224^{a}	2913.2^{bc}	4304.2	1.476^{a}
پری‌بیوتیک (۵۰۰ گرم در تن) Prebiotic (500g/ton)	297.6^{bc}	282.5^{b}	0.949^{a}	1197.8	1433.5	1.197^{c}	3080.2^{a}	4402.9	1.430^{b}
پری‌بیوتیک (۷۵۰ گرم در تن) Prebiotic (750g/ton)	311.4^{a}	285.7^{ab}	0.918^{b}	1185.1	1444.2	1.209^{ab}	3021.8^{ab}	4506.1	1.493^{a}
پری‌بیوتیک (۱۰۰۰ گرم در تن) Prebiotic (1000g/ton)	295.4^{c}	278.9^{b}	0.946^{a}	1170.9	1409.5	1.204^{bc}	2896.9^{c}	4245.4	1.466^{ab}
زینک باسیتراسین (۱۰۰۰ گرم در تن) Zinc bacitracin (1000g/ton)	306.4^{ab}	293.9^{a}	0.960^{a}	1203.6	1447.8	1.203^{bc}	2953.2^{bc}	4338.5	1.472^{a}
خطای استاندارد میانگین Standard error of the mean	1.37	1.47	0.011	18.38	19.14	0.002	19.37	61.05	0.006
سطح معنی‌داری P-value	0.011	0.014	0.001	0.085	0.314	0.005	0.010	0.120	0.020
خطی Linear	0.313	0.263	0.927	0.112	0.432	0.054	0.423	0.604	0.516
درجه دوم Quadratic	0.790	0.014	0.001	0.719	0.969	0.470	0.062	0.067	0.747

[a-c] در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف لاتین متفاوت، از نظر آماری با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($P < ۰/۰۵$).

[a–c] Within each column, means with different superscript letters differ significantly ($P < 0.05$).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61882/rap.2026.1570]

در سن ۱۰ روزگی، اثر افزودن پری‌بیوتیک به جیره بر وزن بدن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی، معنی‌دار و رابطه بین سطوح مصرف پری‌بیوتیک در مورد خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی از نوع درجه دوم بود ($P < ۰/۰۵$). به‌طور مشخص در این سن، افزودن افزودن ۷۵۰ گرم پری‌بیوتیک سبب بهبود معنی‌دار وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی شد ($P < ۰/۰۵$). این در حالی بود که در سن ۲۴ روزگی، کمترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به گروه دریافت کننده ۵۰۰ گرم پری‌بیوتیک بود و اختلاف آن با گروه‌های شاهد و مصرف کننده ۷۵۰ گرم پری‌بیوتیک معنی‌دار ($P < ۰/۰۵$) و با گروه‌های دریافت کننده ۱۰۰۰ گرم پری‌بیوتیک و آنتی‌بیوتیک غیر معنی‌دار بود ($P > ۰/۰۵$). در سن ۴۲ روزگی، بیشترین وزن بدن و کمترین ضریب تبدیل غذایی در پرندگان دریافت کننده ۵۰۰ گرم پری‌بیوتیک مشاهده شد. بهبود وزن مشاهده شده در این گروه نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی به جز گروه مصرف کننده ۷۵۰ گرم پری‌بیوتیک معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$). همچنین، بهبود ضریب تبدیل غذایی مشاهده شده در گروه مذکور در مقایسه با پرندگان مصرف کننده ۱۰۰۰ گرم پری‌بیوتیک غیر معنی‌دار و نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$). میزان خوراک مصرفی به جز در دوره آغازین تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. در سن ۱۰ روزگی، بیشترین میزان خوراک مصرفی مربوط به جوجه‌های دریافت کننده آنتی‌بیوتیک بود و تفاوت آن با گروه‌های مصرف کننده ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم پری‌بیوتیک معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$).

اثرگذاری افزودنی‌های خوراکی (از قبیل پری‌بیوتیک‌ها) بر عملکرد طیور از جمله موضوعاتی است که در سال‌های اخیر، مورد توجه پژوهشگران قرار داشته است (Shehata *et al.,* 2022). این در حالی است که به‌نظر می‌رسد تا پیش از این، کمتر پژوهشی درباره اثرات استفاده توأمان از دیواره سلولی مخمر و اینولین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی انجام گرفته باشد. از سوی دیگر، نتایج پژوهشگران درباره اثر ترکیبات پری‌بیوتیکی بر صفات تولیدی جوجه‌های گوشتی متفاوت بوده‌اند. بهبود کلی در صفات عملکردی که در تحقیق حاضر مشاهده شد با یافته‌های برخی پژوهشگران همخوانی دارد که گزارش کردند استفاده از یک درصد اینولین سبب افزایش معنی‌دار وزن زنده جوجه‌های گوشتی شد (Nabizadeh, 2012). همچنین، بهبود عملکرد رشد با استفاده از پری‌بیوتیک حاوی مانان الیگوساکارید توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (Rajani *et al.,* 2016; Pourabedin *et al.,* 2017) که یافته‌های پژوهش حاضر با آن مشابهت دارند.

در توضیح سازوکار اثرگذاری پری‌بیوتیک‌ها باید گفت که این ترکیبات قادرند با تعدیل جمعیت میکروبی روده (Pourabedin & Zhao, 2015)، سبب بهبود سلامت دستگاه گوارش شوند. این تغییرات می‌توانند منجر به افزایش تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر شوند که انرژی سلول‌های اپیتلیال روده را تأمین می‌کنند (Markowiak & Śliżewska, 2018). در نتیجه، جذب مواد مغذی افزایش و عملکرد رشد شامل وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی بهبود می‌یابد (Adhikari *et al.,* 2022). در مقابل، نشان داده شده است که استفاده از ۲۰ گرم اینولین در هر کیلوگرم خوراک تأثیر معنی‌داری بر وزن زنده، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی نداشت (Alzueta *et al.,* 2010). در پژوهشی دیگر، استفاده از حداکثر ۸۰۰ گرم در تن پری‌بیوتیک (حاوی دیواره سلولی مخمر) اثر معنی‌داری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی نگذاشت (Munoz *et al.,* 2023). به‌طور کلی، نوع پاسخ‌های عملکردی طیور به مکمل‌های مبتنی بر پری‌بیوتیک بسیار متغیر است و می‌تواند تحت تأثیر عواملی همچون ساختار پری‌بیوتیک مورد استفاده (دیواره کامل سلول مخمر یا هیدرولیزات، مانان الگیوسارید، بتا–گلوکان، اینولین و ...)، نوع فرآیند تولید (حلالیت/ قابلیت دسترسی زیستی، خلوص)، مقدار مصرف، اعمال یا عدم اِعمال تنش محیطی یا چالش‌های مختلف (مثلاً آلودگی مایکوکسین یا عفونت) و در نهایت نحوه طراحی آزمایش قرار گیرد (Bucław, 2016).

جدول ۴ اثر استفاده از سطوح مختلف پری‌بیوتیک بر برخی صفات اقتصادی جوجه‌های گوشتی را نشان می‌دهد. در سن ۴۲ روزگی، بالاترین شاخص تولید و کمترین هزینه خوراک مصرفی به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده در پرندگان دریافت کننده ۵۰۰ گرم پری‌بیوتیک مشاهده شد. بهبود شاخص تولید در گروه مذکور در مقایسه با گروه‌های شاهد و دریافت کننده ۷۵۰ گرم پری‌بیوتیک معنی‌دار ($P >۰/۰۵$) و در مقایسه با گروه‌های مصرف کننده آنتی‌بیوتیک و ۱۰۰۰ گرم پری‌بیوتیک غیر معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$). هزینه خوراک مصرفی با افزایش سطح پری‌بیوتیک در جیره به صورت خطی افزایش یافت ($P >۰/۰۵$) و کاهش هزینه خوراک مصرفی در گروه مصرف کننده ۵۰۰ گرم پری‌بیوتیک در مقایسه با گروه آنتی‌بیوتیک غیر معنی‌دار، ولی نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی معنی‌دار بود ($P > ۰/۰۵$). بالاترین درصد ماندگاری در پرندگان دریافت کننده ۱۰۰۰ گرم پری‌بیوتیک و آنتی‌بیوتیک مشاهده شد و تفاوت آن‌ها با سایر گروه‌های آزمایشی معنی‌دار بود ($P > ۰/۰۵$).

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61882/rap.2026.1570]

جدول ۴- اثر افزودن پری‌بیوتیک به جیره بر شاخص تولید، درصد ماندگاری و هزینه خوراک مصرفی به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده جوجه‌های گوشتی

Table 4. Effects of dietary supplementation with the prebiotic on the production index, livability percentage, and feed cost per kg of broilers' live body weight

فراسنجه / تیمار Parameter / Treatment	شاخص تولید Production index	درصد ماندگاری Livability	هزینه خوراک مصرفی به ازای هر کیلوگرم وزن زنده (تومان) Feed cost per kg of live body weight (Toman)
شاهد (فاقد افزودنی) Control (without additive)	468.2^{b}	97.33^{b}	26262^{bc}
پری‌بیوتیک (۵۰۰ گرم در تن) Prebiotic (500g/ton)	507.7^{a}	96.67^{b}	24801^{c}
پری‌بیوتیک (۷۵۰ گرم در تن) Prebiotic (750g/ton)	463.9^{b}	93.33^{c}	26073^{a}
پری‌بیوتیک (۱۰۰۰ گرم در تن) Prebiotic (1000g/ton)	485.6^{ab}	100.00^{a}	25804^{ab}
زینک باسیتراسین (۱۰۰۰ گرم در تن) Zinc bacitracin (1000g/ton)	480.0^{ab}	98.00^{a}	25786^{abc}
خطای استاندارد میانگین Standard error of the mean	4.90	0.554	111.9
سطح معنی‌داری P-value	0.037	0.001	0.002
خطی Linear	0.968	0.172	0.007
درجه دوم Quadratic	0.533	0.071	0.447

$^{a-c}$ در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف لاتین متفاوت، از نظر آماری با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($P < ۰/۰۵$).

$^{a-c}$ Within each column, means with different superscript letters differ significantly ($P < 0.05$).

در پژوهش حاضر، بهبود شاخص تولید و کاهش هزینه خوراک مصرفی به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده در پرندگان دریافت کننده ۵۰۰ گرم پری‌بیوتیک مشاهده شد. کمبود داده‌های علمی منتشر شده درباره اثرگذاری پری‌بیوتیک‌ها بر صفات اقتصادی جوجه‌های گوشتی مشهود است. در یکی از معدود پژوهش‌های انجام شده در این خصوص، هزینه تولید هر کیلوگرم وزن زنده با استفاده از ۰/۵ درصد مانان الیگوساکارید در جیره جوجه‌های گوشتی کاهش یافت (Shah *et al.,* 2019) که نتایج پژوهش حاضر با آن همخوانی دارند. در مطالعه دیگر، استفاده از سطوح مختلف اینولین (۱ تا ۴ درصد) سبب بهبود ضریب تبدیل خوراک در دوره ۲۱ تا ۴۲ روزگی شد که این امر می‌تواند بر صفات اقتصادی همچون شاخص تولید اثر مستقیم بگذارد (Xia *et al.,* 2019). استفاده از سطوح کمتر پری‌بیوتیک (۵۰۰ و ۷۵۰ گرم در هر تن خوراک) سبب کاهش درصد ماندگاری شد، ولی افزودن این محصول در سطح ۱۰۰۰ گرم و نیز تیمار آنتی‌بیوتیک سبب بهبود معنی‌دار این صفت شد. در همین راستا، پژوهشگران قبلی نیز نشان دادند که استفاده از دوز مناسب پری‌بیوتیک توانست از طریق کاهش جمعیت پاتوژن‌ها و تقویت سلامت روده به کاهش نسبی مرگ و میر و افزایش درصد ماندگاری جوجه‌های گوشتی کمک کند (Praxedes-Campagnoni *et al.,* 2021). تفسیر علت کاهش درصد ماندگاری مشاهده در پژوهش حاضر در زمان مصرف سطوح کمتر از ۱۰۰۰ گرم پری‌بیوتیک در عین بهبود صفات عملکردی دشوار است، ولی می‌تواند نشانگر نقش مؤثر سطح مصرف پری‌بیوتیک برای اثرگذاری بر صفات مختلف باشد.

اثرات استفاده از سطوح مختلف پری‌بیوتیک بر فراسنجه‌های ریخت‌شناختی ژژونوم جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی در جدول ۵ آمده‌اند. اثر افزودن پری‌بیوتیک به جیره بر طول، ضخامت و مساحت سطح پرزهای ژژونوم معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$). بیشترین طول پرز در پرندگان مصرف‌کننده ۷۵۰ گرم پری‌بیوتیک مشاهده شد، هر چند که اختلاف آن با دیگر گروه‌های آزمایشی، به‌جز گروه دریافت کننده ۱۰۰۰ گرم پری‌بیوتیک، معنی‌دار نبود. ضخامت پرز با افزایش سطح پری‌بیوتیک در جیره به‌صورت خطی افزایش یافت ($P < ۰/۰۵$). بیشترین ضخامت پرز در پرندگان دریافت کننده آنتی‌بیوتیک دیده شد، با این‌حال اختلاف آن با سایر گروه‌ها، به‌جزگروه مصرف‌کننده ۵۰۰ گرم پری‌بیوتیک، غیر معنی‌دار بود. بالاترین مساحت سطح پرز نیز مربوط به پرندگان دریافت کننده ۷۵۰ گرم پری‌بیوتیک بود؛ در عین حال، تفاوت آن با گروه‌های مصرف کننده ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم پری‌بیوتیک معنی‌دار ($P < ۰/۰۵$) و با گروه‌های شاهد و آنتی‌بیوتیک غیر معنی‌دار بود.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61882/rap.2026.1570]

جدول ۵- اثر افزودن پری‌بیوتیک به جیره بر ویژگی‌های ریخت‌شناختی ژژونوم جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 5. Effects of dietary supplementation with the prebiotic on the jejunal morphological characteristics of broiler chickens at 42 days of age

مساحت سطح پرز Villus surface area (میکرومتر مربع) (μm²)	نسبت طول پرز به عمق کریپت Villus height to crypt depth ratio	عمق کریپت Crypt depth (میکرومتر) (μm)	ضخامت پرز Villus width (میکرومتر) (μm)	ارتفاع پرز Villus height (میکرومتر) (μm)	فراسنجه Parameter / تیمار Treatment
181792[abc]	6.25	125.2	75.0[ab]	760.1[ab]	شاهد (فاقد افزودنی) Control (without additive)
172893[bc]	6.20	124.3	72.3[b]	764.2[ab]	پری‌بیوتیک (۵۰۰ گرم در تن) Prebiotic (500g/ton)
216800[a]	6.85	124.7	84.6[a]	820.4[a]	پری‌بیوتیک (۷۵۰ گرم در تن) Prebiotic (750g/ton)
170249[c]	5.79	116.6	81.5[ab]	670.3[b]	پری‌بیوتیک (۱۰۰۰ گرم در تن) Prebiotic (1000g/ton)
215215[ab]	6.07	127.1	85.4[a]	777.8[a]	زینک باسیتراسین (۱۰۰۰ گرم در تن) Zinc bacitracin (1000g/ton)
6718.1	0.622	7.38	8.51	8.90	خطای استاندارد میانگین Standard error of the mean
0.048	0.307	0.632	0.043	0.035	سطح معنی‌داری P-value
0.160	0.491	0.805	0.013	0.575	خطی Linear
0.746	0.425	0.406	0.808	0.997	درجه دوم Quadratic

[a-c] در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف لاتین متفاوت، از نظر آماری با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($P < ۰/۰۵$).

[a–c] Within each column, means with different superscript letters differ significantly ($P < 0.05$).

در پژوهش حاضر، بهبود نسبی در شاخص‌های ریخت‌شناختی ژژونوم جوجه‌های گوشتی (به‌ویژه در شرایط مصرف ۷۵۰ گرم پری‌بیوتیک) مشاهده شد. در همین راستا، پژوهشگران نشان دادند که افزودن دیواره سلولی مخمر به‌میزان ۵۰۰ گرم در هر تن خوراک سبب افزایش طول پرزهای ایلئوم، ضخامت پرزهای دوازدهه و نسبت طول پرز به عمق کریپت در ژژونوم شد (Kyoung *et al.*, 2023). ترکیبات پری‌بیوتیکی (مانند اینولین و دیواره سلولی مخمر)، رشد باکتری‌های مفید (مانند *Lactobacillus* و *Bifidobacterium*) را تحریک می‌کنند و این تغییر ترکیب میکروبی، التهاب روده را کاهش می‌دهد و محیطی پایدار را برای تکامل پرزها فراهم می‌سازد (Pourabedin & Zhao, 2015). همچنین، ترکیباتی مثل مانان‌الیگوساکاریدها و بتا-گلوکان‌های دیواره سلولی مخمر، پاسخ‌های ایمنی موضعی را فعال می‌کنند و تولید موکوس و پروتئین‌های چسبنده اپیتلیال را افزایش می‌دهند. این امر منجر به افزایش سطح جذب و ارتقا سلامت مخاط روده می‌شود (Kyoung *et al.*, 2023). در مقابل، مطالعه دیگر نشان داد که افزودن سطوح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ گرم پری‌بیوتیک اینولین به‌جز یک افزایش سطحی در ارتفاع پرزهای ایلئوم، اثر معنی‌داری بر اکثر شاخص‌های ریخت‌شناختی روده نسبت به گروه شاهد نداشت (Nabizadeh, 2012). تفاوت نتایج نشان می‌دهد که اثرگذاری پری‌بیوتیک می‌تواند تحت تأثیر میزان خلوص و اجزای آن و نیز سطح مصرف در جیره قرار گیرد.

اثرات استفاده از سطوح مختلف پری‌بیوتیک به جیره بر تیتر آنتی‌بادی در پاسخ به واکسیناسیون علیه ویروس بیماری‌های نیوکاسل و آنفلوآنزا در جدول ۶ نشان داده شده‌اند. تیتر آنتی‌بادی مذکور تحت تأثیر افزودن پری‌بیوتیک یا آنتی‌بیوتیک به جیره قرار نگرفت ($P > ۰/۰۵$). اثرات استفاده از سطوح مختلف پری‌بیوتیک بر شمارش تفریقی گلبول‌های سفید خون جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی در جدول ۷ آمده‌اند. فراسنجه‌های مذکور تحت تأثیر افزودن سطوح مختلف پری‌بیوتیک قرار نگرفتند.

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61882/rap.2026.1570]

جدول ۶- اثر افزودن پری‌بیوتیک به جیره بر تیتر آنتی‌بادی (بر پایه لگاریتم ۲) سرم خون جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی در پاسخ به تزریق واکسن‌های نیوکاسل و آنفلوآنزا

Table 6. Effects of dietary supplementation with the prebiotic on the serum antibody titers (log2) of broiler chickens at 42 days of age in response to Newcastle disease and influenza vaccinations

تیتر آنتی‌بادی در پاسخ به تزریق واکسن آنفلوآنزا Antibody titer in response to influenza disease vaccination	تیتر آنتی‌بادی در پاسخ به تزریق واکسن نیوکاسل Antibody titer in response to Newcastle disease vaccination	فراسنجه Parameter تیمار Treatment
8.50	5.50	شاهد (فاقد افزودنی) Control (without additive)
7.50	6.75	پری‌بیوتیک (۵۰۰ گرم در تن) Prebiotic (500g/ton)
7.75	7.75	پری‌بیوتیک (۷۵۰ گرم در تن) Prebiotic (750g/ton)
6.50	5.50	پری‌بیوتیک (۱۰۰۰ گرم در تن) Prebiotic (1000g/ton)
7.25	5.75	زینک باسیتراسین (۱۰۰۰ گرم در تن) Zinc bacitracin (1000g/ton)
1.11	1.65	خطای استاندارد میانگین Standard error of the mean
0.384	0.657	سطح معنی‌داری P-value
0.852	0.129	خطی Linear
0.281	0.450	درجه دوم Quadratic

جدول ۷- اثر افزودن پری‌بیوتیک به جیره بر شمارش تفریقی گلبول‌های سفید خون جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 7. Effects of dietary supplementation with the prebiotic on the differential leukocyte counts of broiler chickens at 42 days of age

هتروفیل /لنفوسیت Heterophil/ lymphocyte	ائوزینوفیل Heterophil	مونوسیت Monocyte	لنفوسیت Lymphocyte	هتروفیل Heterophil	گلبول‌های سفید خون White blood cells (تعداد در میکرولیتر) (number in µL)	فراسنجه Parameter تیمار Treatment
		درصد (%)				
0.488	3.50	5.25	60.75	30.5	27000	شاهد (فاقد افزودنی) Control (without additive)
0.437	4.25	6.75	60.50	28.5	23533	پری‌بیوتیک (۵۰۰ گرم در تن) Prebiotic (500g/ton)
0.514	5.00	6.25	58.25	30.5	24533	پری‌بیوتیک (۷۵۰ گرم در تن) Prebiotic (750g/ton)
0.504	3.67	6.00	64.00	26.3	27200	پری‌بیوتیک (۱۰۰۰ گرم در تن) Prebiotic (1000g/ton)
0.449	3.75	6.00	61.75	28.5	25300	زینک باسیتراسین (۱۰۰۰ گرم در تن) Zinc bacitracin (1000g/ton)
0.060	0.85	0.85	3.12	3.17	1633	خطای استاندارد میانگین Standard error of the mean
0.757	0.637	0.652	0.528	0.636	0.107	سطح معنی‌داری P-value
0.943	0.937	0.738	0.436	0.352	0.058	خطی Linear
0.609	0.246	0.307	0.628	0.778	0.106	درجه دوم Quadratic

در تحقیق حاضر، تیتر آنتی‌بادی در پاسخ به واکسیناسیون علیه ویروس بیماری‌های نیوکاسل و آنفلوآنزا و نیز شمارش تفریقی گلبول‌های سفید تحت تأثیر افزودن سطوح مختلف پری‌بیوتیک به جیره قرار نگرفت. با این‌حال، به لحاظ عددی بالاترین تیتر در پاسخ به واکسن نیوکاسل و کمترین نسبت هتروفیل به لنفوسیت (شاخص تنش) به‌ترتیب در گروه‌های دریافت کننده ۷۵۰ و ۵۰۰ گرم پری‌بیوتیک دیده شدند. یافته‌های علمی درباره اثرگذاری پری‌بیوتیک‌ها بر صفات مرتبط با سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی متناقض هستند. به‌عنوان نمونه، در تحقیقی گزارش شد که افزودن ۵۰۰ گرم پری‌بیوتیک (دیواره سلولی مخمر) به جیره اثر معنی‌داری بر تیتر آنتی‌بادی علیه ویروس بیماری نیوکاسل نداشت (Morales-López *et al.,* 2009). در پژوهشی دیگر، افزودن ۱ تا ۴ درصد اینولین به جیره اثر معنی‌داری بر تیتر ایمونوگلوبولین‌های A، G و M سرم خون جوجه‌های گوشتی نداشت (Xia *et al.,* 2019). محققان دیگری نیز عدم اثرگذاری پری‌بیوتیک حاوی دیواره سلولی مخمر یا اجزای آن بر شمارش تفریقی گلبول‌های سفید (Onunkwo *et al.,* 2024)، تیتر آنتی‌بادی علیه نیوکاسل و شاخص تنش (نسبت هتروفیل به لنفوسیت) (Houshmand *et al.,* 2012) را گزارش کردند. در تضاد با یافته‌های مذکور، گزارش شده است که استفاده از ۵۰۰ گرم پری‌بیوتیک (ترکیب بتا-گلوکان و مانان الیگوساکارید) در جیره با بهبود غلظت سرمی IL-4، IL-6، IFN-γ و TNF-β، تکثیر لنفوسیت‌ها را در جوجه‌های گوشتی واکسینه شده با واکسن نیوکاسل تقویت کرد (Bi *et al.,* 2022). همچنین، گزارش شده است که استفاده از یک درصد اینولین (حاصل از عصاره برگ کاسنی) در جیره سبب افزایش معنی‌دار تیتر آنتی‌بادی در پاسخ به واکسن گامبورو شد و این امر به خاصیت ضد میکروبی اینولین و اثر مثبت آن بر فعالیت نوتروفیل‌های خون پس از واکسیناسیون نسبت داده شد

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-17]
[DOI: 10.61882/rap.2026.1570]

(Praveen *et al.,* 2017). تفاوت در نتایج پژوهشگران می‌تواند به تنوع سطح مصرف، منشأ یا فرم پری‌بیوتیک، غیاب یا وجود چالش میکروبی/تنش در شرایط آزمایش، زمان‌بندی نمونه‌برداری یا ترکیب پایه جیره بازگردد.

در جدول ۸، اثر افزودن سطوح مختلف پری‌بیوتیک بر جمعیت میکروبی ایلئوم جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی نشان داده شده است. افزایش سطح پری‌بیوتیک در جیره به صورت خطی و درجه دوم سبب افزایش جمعیت لاکتوباسیلوس‌ها در محتویات ایلئوم شد و اثر آن بر جمعیت کل باکتری‌های گرم‌منفی از نوع درجه دوم بود ($P < ۰/۰۵$). لازم به ذکر است که استفاده از آنتی‌بیوتیک، جمعیت کل باکتری‌های گرم منفی را نسبت به گروه مصرف کننده ۷۵۰ گرم پری‌بیوتیک به‌صورت غیر معنی‌دار و نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی به‌طور معنی‌دار کاهش داد ($P < ۰/۰۵$).

اثر تیمارهای آزمایشی بر جمعیت کلی‌فرم‌ها معنی‌دار نبود ($P > ۰/۰۵$)، هر چند که کمترین میزان آن به‌لحاظ عددی به‌ترتیب در گروه‌های دریافت کننده ۱۰۰۰ گرم پری‌بیوتیک و آنتی‌بیوتیک مشاهده شد.

جدول ۸- اثر استفاده از سطوح مختلف پری‌بیوتیک بر جمعیت میکروبی محتویات ایلئوم جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی
Table 8. Effects of different dietary levels of the prebiotic on the ileal microbial populations of broiler chickens at 42 days of age

فراسنجه Parameter	کل لاکتوباسیلوس‌ها Total Lactobacilli	کلی‌فرم‌ها Coliforms	کل گرم‌منفی‌ها Total Gram-negatives
تیمار Treatment	برحسب لگاریتم بر پایه ۱۰ Based on $\log_{10}$		
شاهد (فاقد افزودنی) Control (without additive)	3.98[b]	2.81	9.53[a]
پری‌بیوتیک (۵۰۰ گرم در تن) Prebiotic (500g/ton)	6.48[a]	3.03	9.04[a]
پری‌بیوتیک (۷۵۰ گرم در تن) Prebiotic (750g/ton)	7.78[a]	2.97	8.66[ab]
پری‌بیوتیک (۱۰۰۰ گرم در تن) Prebiotic (1000g/ton)	6.30[a]	2.39	9.35[a]
زینک باسیتراسین (۱۰۰۰ گرم در تن) Zinc bacitracin (1000g/ton)	4.00[b]	2.58	7.78[b]
خطای استاندارد میانگین Standard error of the mean	0.014	0.300	0.045
سطح معنی‌داری P-value	0.0001	0.376	0.005
خطی Linear	0.009	0.254	0.626
درجه دوم Quadratic	0.018	0.241	0.014

[a-b] در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف لاتین متفاوت، از نظر آماری با هم اختلاف معنی‌دار دارند ($P < ۰/۰۵$).
[a–b] Within each column, means with different superscript letters differ significantly ($P < 0.05$).

افزایش معنی‌دار جمعیت لاکتوباسیلوس‌ها در تحقیق حاضر در نتیجه استفاده از پری‌بیوتیک با یافته‌های گذشتگان همخوانی دارد (Pourabedin & Zhao, 2015). پژوهشگران دیگر نیز ضمن گزارش افزایش جمعیت لاکتوباسیلوس‌ها به‌دنبال افزودن ۱ تا ۴ درصد اینولین به جیره، یکی از دلایل عمده بهبود عملکرد رشد مشاهده شده در تحقیق خود (به‌ویژه پس از ۲۱ روزگی) را به این موضوع نسبت دادند (Xia *et al.,* 2019). افزایش جمعیت لاکتوباسیلوس‌ها با تقویت اتصالات محکم سلول‌های اپی‌تلیال موجب ارتقای یکپارچگی سد روده می‌شود و از این طریق جذب مواد مغذی را بهبود می‌بخشد (Dempsey & Corr, 2022). همچنین، این باکتری‌ها با تولید اسیدهای چرب کوتاه زنجیر مانند بوتیرات، موجب تقویت لایه موکوسی و تنظیم التهاب می‌شوند. ترکیب این اثرات نه تنها به محافظت از بافت روده کمک می‌کند، بلکه کارایی متابولیک و انتقال مواد مغذی را نیز افزایش می‌دهد (Dempsey & Corr, 2022, Fusco *et al.,* 2023). به‌نظر می‌رسد که همین سازوکارها در نهایت به بهبود عملکرد رشد و ویژگی‌های ریخت‌شناختی روده جوجه‌های گوشتی در پژوهش حاضر کمک نموده‌اند. همچنین، کاهش جمعیت باکتری‌های گرم‌منفی (که بسیاری از آن‌ها مانند *Salmonella* spp. و *E. coli* پتانسیل بیماری‌زایی دارند)، به‌دنبال مصرف آنتی‌بیوتیک در پژوهش حاضر دیده شد. این نتیجه با یافته‌های پژوهشگران دیگر همخوانی دارد که گزارش کردند اثرات ضد میکروبی این ترکیبات که از طریق اختلال در سنتز پروتئین و مرگ سلولی باکتری بیماری‌زا صورت می‌گیرد (Zhan *et al.,* 2025). در تحقیق حاضر، جمعیت باکتری‌های گرم‌منفی در گروه دریافت کننده آنتی‌بیوتیک با گروه مصرف کننده ۷۵۰ گرم پری‌بیوتیک تفاوت معنی‌داری نداشت. این پدیده با یافته‌های قبلی درباره اثر پری‌بیوتیک‌ها (حاوی اینولین) بر کاهش جمعیت باکتری‌های مضر همخوانی دارد و عمدتاً از طریق فراهم آوردن شرایط مناسب برای تکثیر باکتری‌های مفید و حذف رقابتی رخ می‌دهد (Ding *et al.,* 2021). در عین حال با توجه به عدم اثرگذاری سطوح مختلف محصول مورد ارزیابی بر کاهش جمعیت کلی‌فرم‌ها، اهمیت تعیین دوز مناسب محصولات پری‌بیوتیکی در شرایط بروز چالش‌های میکروبی بیش از پیش نمایان می‌شود و این امر می‌تواند موضوع پژوهش‌های آتی باشد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، استفاده از پری‌بیوتیک فراسنجه‌های عملکردی، تکامل ریخت‌شناختی ژونوم و تعادل جمعیت میکروبی روده جوجه‌های گوشتی را بهبود داد. با در نظر گرفتن هزینه خوراک مصرفی به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده، استفاده از این محصول

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-17]
[DOI: 10.61882/rap.2026.1570]

به‌میزان ۵۰۰ گرم در هر تن خوراک به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای آنتی‌بیوتیک محرک رشد قابل توصیه است. در عین حال، انجام پژوهش‌های بیشتر برای تعیین دوز بهینه مصرف در شرایط چالش‌های میکروبی و محیطی پیشنهاد می‌شود.

تشکر و قدردانی

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند تا از شرکت دام و طیور کوروش و موسسه تحقیقات علوم دامی کشور به‌سبب حمایت مادی و فراهم آوردن امکانات انجام این پژوهش تقدیر و تشکر به عمل آورند.

References

Adhikari, P. A., & Kim, W. K. (2017). Overview of prebiotics and probiotics: focus on performance, gut health and immunity – a review. *Annals of Animal Science,* 17(4), 949-966. https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0092

Alizadeh-Ghamsari, A. H., Hosseini, S. A., Khoshkerdar, H., & Soleymani Damaneh, M. (2022). Effects of adding different levels of Iranian native synbiotic to drinking water on performance, carcass characteristics and small intestinal microbial population of broiler chickens. *Journal of Animal Production,* 24(2), 177-187. https://doi.org/10.22059/jap.2022.331641.623642

Alzueta, C., Rodríguez, M. L., Ortiz, L. T., Rebolé, A., & Treviño, J. (2010). Effects of inulin on growth performance, nutrient digestibility and metabolisable energy in broiler chickens. *British Poultry Science,* 51(3), 393-398. https://doi.org/10.1080/00071668.2010.503482

Bayat, M., Kuhi, H. D., Mehr, M. R. A., & Hossein-Zadeh, N. G. (2025). Effect of dietary prebiotic supplementation on the immune response and intestinal health following *Eimeria* infection of broiler chicken**.** *Iranian Journal of Veterinary Medicine,* https://doi.org/10.32598/ijvm.19.4.1005602

Bi, S., Zhang, J., Zhang, L., Huang, K., Li, J., & Cao, L. (2022). Yeast cell wall upregulated cell-mediated immune responses to Newcastle disease virus vaccine. *Poultry Science,* 101(4), 101712. https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101712

Bucław, M. (2016). The use of inulin in poultry feeding: a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition,* 100(6), 1015-1022. https://doi.org/10.1111/jpn.12484

Deehan, E. C., Witwer, R. S., Guerra, P., John, T., & Monheit, L. (2024). Revisiting the concepts of prebiotic and prebiotic effect in light of scientific and regulatory progress-a consensus paper from the Global Prebiotic Association. *Advances in Nutrition,* 15(12), 100329. https://doi.org/10.1016/j.advnut.2024.100329

Dempsey, E., & Corr, S. C. (2022). *Lactobacillus spp.* for gastrointestinal health: current and future perspectives. *Frontiers in Immunology,* 13, 840245. https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.840245

Ding, B., Chen, L., Lin, H., Wang, X., Zhang, L., Ni, X., Pirone, A., Madigosky, S.R. & Fronte, B. (2020). Effects of inulin diet supplementation on production performance, gut traits, and incidence of ascites in Haidong chicks under hypoxic conditions. *Animal Bioscience,* 34(3), 417. https://doi.org/10.5713/ajas.20.0508

Fathi, M., Tanha, T., & Ahmadi M. N. (2019). Effect of supplementation of prebiotics of mannan oligosaccharide (MOS) on growth performance, blood parameters and mortality rate of male broiler chicks under induced ascites by sodium chloride. *Research on Animal Production,* 10(25), 8-15. https://doi.org/10.29252/rap.10.25.8 [In Persian]

Fusco, W., Lorenzo, M. B., Cintoni, M., Porcari, S., Rinninella, E., Kaitsas, F., Lener, E., Mele, M.C., Gasbarrini, A., Collado, M.C., Cammarota, G., & Ianiro, G. (2023). Short-chain fatty-acid-producing bacteria: key components of the human gut microbiota. *Nutrients,* 15(9), 2211. https://doi.org/10.3390/nu15092211

Hanai Tayran Yazd, M. M., Bahari Kashani, R., & kasraei, M. (2024). Effect of adding organic acids and prebiotics on the performance, immune system, histology, and microbial population of the digestive tract in laying hens fed with low-protein percentage soybean meal. *Research on Animal Production,* 15(2), 119-130. https://doi.org/ 10.61186/rap.15.2.119 [In Persian]

Houshmand, M., Azhar, K., Zulkifli, I., Bejo, M. H., & Kamyab, A. (2012). Effects of prebiotic, protein level, and stocking density on performance, immunity, and stress indicators of broilers. *Poultry Science,* 91(2), 393-401. https://doi.org/10.3382/ps.2010-01050

Kyoung, H., Kim, E., Cho, J. H., Lee, H., Kim, Y., Park, K. I., Kim, H. B. & Song, M. (2023). Dietary yeast cell wall enhanced intestinal health of broiler chickens by modulating intestinal integrity, immune responses, and microbiota. *Poultry Science,* 102(6), 102660. https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102660

Li, B., Schroyen, M., Leblois, J., Beckers, Y., Bindelle, J., & Everaert, N. 2019. The use of inulin and wheat bran only during the starter period or during the entire rearing life of broilers: effects on growth performance, small intestinal maturation, and cecal microbial colonization until slaughter age. *Poultry Science,* 98(9), 4058-4065. https://doi.org/10.3382/ps/pez088

Li, Y., Ko, K., Liu, X., Kačániová, M., Lee, Y., & Zhang, G. (2025). Effects of inulin on growth performance and intestinal health of broilers by modulating intestinal microbiota and metabolome. *Animal Nutrition,* 23, 257-270. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2025.07.003.

Marchewka, J., Sztandarski, P., Zdanowska-Sąsiadek, Ż., Adamek-Urbańska, D., Damaziak, K., Wojciechowski, F., Riber, A. B., & Gunnarsson, S. (2021). Gastrointestinal tract morphometrics and

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61882/rap.2026.1570]

content of commercial and indigenous chicken breeds with differing ranging profiles. *Animals,* 11(7), 1881. https://doi.org/10.3390/ani11071881

Markowiak, P., & Śliżewska, K. (2018). The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathogens,* 10(21). https://doi.org/10.1186/s13099-018-0250-0

Morales-López, R., Auclair, E., Garcia, F., Esteve-Garcia, E., & Brufau, J. (2009). Use of yeast cell walls; β-1, 3/1, 6-glucans; and mannoproteins in broiler chicken diets. *Poultry Science,* 88(3), 601-607. https://doi.org/10.3382/ps.2008-00298

Munoz, L. R., Bailey, M. A., Krehling, J. T., Bourassa, D. V., Hauck, R., Pacheco, W. J., Chaves-Cordoba, B., Chasteen, K. S., Talorico, A. A., Escobar, C., Pietruska, A., & Macklin, K. S. (2023). Effects of dietary yeast cell wall supplementation on growth performance, intestinal *Campylobacter jejuni* colonization, innate immune response, villus height, crypt depth, and slaughter characteristics of broiler chickens inoculated with *Campylobacter jejuni* at d 21. *Poultry Science,* 102(5), 102609. https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102609

Nabizadeh, A. (2012). The effect of inulin on broiler chicken intestinal microflora, gut morphology, and performance. *Journal of Animal and Feed Sciences,* 21(4), 725-734. https://doi.org/10.22358/jafs/66144/2012

Olfati, A., Mojtahedin, M., Sadeghi, T., Akbari, M. & Pastor, F. M. (2018). Comparison of growth performance and immune responses of broiler chicks reared under heat stress, cold stress and thermoneutral conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research,* 16(2), e0505. https://doi.org/ 10.5424/sjar/2018162-12753.

Onunkwo, D. N., Nwachukwu, K. T., Wogu, K. R., Ezenyilimba, B. N., & Ndukwe, O. (2024). Growth performance and haematological profile of broiler chickens fed straight diet supplemented with bionic prebiotic (Hilyses) and hardcore yeast cell wall (Immuno wall). *Nigerian Journal of Animal Production,* 24(1), 1475-1479. https://doi.org/10.51791/njap.vi.7142

Pourabedin, M., & Zhao, X. (2015). Prebiotics and gut microbiota in chickens. *FEMS Microbiology Letters,* 362(15), fnv122. https://doi.org/10.1186/s13099-018-0250-0

Pourabedin, M., Chen, Q., Yang, M., & Zhao, X. (2017). Mannan-and xylooligosaccharides modulate caecal microbiota and expression of inflammatory related cytokines and reduce caecal *Salmonella* Enteritidis colonisation in young chickens. *FEMS Microbiology Ecology*, 93, 226-234. https://doi.org/10.1093/femsec/fiw226

Pourangha, A., Mirakzehi, M. T., & Saleh, H. (2024). Effects of supplementation of inulin and yeast autolysate (*Saccharomyces cerevisiae*) on the productive performance, egg quality, intestinal morphology, and microflora of laying Japanese quails. *Research on Animal Production,* 15(4), 24-35. https://doi.org/10.61186/rap.15.4.24 [In Persian]

Praveen, T., Munegowda, T., Indresh, H. C., & Jayanaik, X. (2017). Effect of supplementation of various levels of inulin on immunity and lymphoid organs weight in Raja II broilers. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences,* 6(8), 1912-1916. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.608.225

Praxedes-Campagnoni, I., Vecchi, B., Gumina, E., Hernandez-Velasco, X., Hall, J. W., & Layton, S. (2021). Assessment of novel water applied prebiotic to evaluate gut barrier failure and performance in two commercial trials in Brazil- A pilot study with an economic perspective. *Frontiers in Veterinary Science,* 8, 652730. https://doi.org/10.3389/fvets.2021.652730

Rajani, J., Dastar, B., Samadi, F., Karimi-Torshizi, M. A., Abdulkhani, A., & Esfandyarpour, S. (2016). Effect of extracted galactoglucomannan oligosaccharides from pine wood (*Pinus brutia*) on *Salmonella typhimurium* colonisation, growth performance and intestinal morphology in broiler chicks. *British Poultry Science,* 57(5), 682-692. https://doi.org/0.1080/00071668.2016.1200013

Ricke, S. C., Lee, S. I., Kim, S. A., Park, S. H., & Shi, Z. (2020). Prebiotics and the poultry gastrointestinal tract microbiome. *Poultry Science,* 99(2), 670-677. https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.018

Salim, H. M., Huque, K. S., Kamaruddin, K. M., & Haque Beg, A. (2018). Global restriction of using antibiotic growth promoters and alternative strategies in poultry production. *Science Progress*, 101(1), 52-75. https://doi.org/10.3184/003685018X15173975498947

Sayed, Y., Hassan, M., Salem, H. M., Al-Amry, K., & Eid, G. E. (2023). Prophylactic influences of prebiotics on gut microbiome and immune response of heat-stressed broiler chickens. *Scientific Reports,* 13(1), 13991. https://doi.org/10.1038/s41598-023-40997-7

Shah, R., Paswan, V., Alolofi, A., & Yadav, S. (2019). Effect of mannan oligosaccharide prebiotic supplementation on growth and production performance of broiler chickens. *International Journal of Livestock Research,* 9(7), 85- https://doi.org/91. 10.5455/ijlr.20190423105742.

Shehata, A. A., Yalçın, S., Latorre, J. D., Basiouni, S., Attia, Y. A., Abd El-Wahab, A., Visscher, C., El-Seedi, H. R., Huber, C., Hafez, H. M., Eisenreich, W., & Tellez-Isaias, G. (2022). Probiotics, prebiotics, and phytogenic substances for optimizing gut health in poultry. *Microorganisms,* 10(2), 395. https://doi.org/10.3390/microorganisms10020395

Teng, P. Y., & Kim, W. K. (2018). Roles of prebiotics in intestinal ecosystem of broilers. *Frontiers in Veterinary Science,* 5, 245. https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00245

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61882/rap.2026.1570]

Xia, Y., Kong, J., Zhang, G., Zhang, X., Seviour, R., & Kong, Y. (2019). Effects of dietary inulin supplementation on the composition and dynamics of cecal microbiota and growth-related parameters in broiler chickens. *Poultry Science,* 98(12), 6942-6953. https://doi.org/10.3382/ps/pez483

Xia, Y., Miao, J., Zhang, Y., Zhang, H., Kong, L., Seviour, R., & Kong, Y. (2021). Dietary inulin supplementation modulates the composition and activities of carbohydrate-metabolizing organisms in the cecal microbiota of broiler chickens. *PLoS One,* 16(10), e0258663. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258663

Zhai, L., Li, Y., Wang, W., and Hu, S. (2011). Enhancement of humoral immune responses to inactivated Newcastle disease and avian influenza vaccines by oral administration of ginseng stem-and-leaf saponins in chickens. *Poultry Science,* 90(9), 1955-1959.https://doi.org/ 10.3382/ps.2011-01433

Zhan, R., Lu, Y., Xu, Y., Li, X., Wang, X., & Yu, G. (2025). Effects of antibiotics on chicken gut microbiota: Community alterations and pathogen identification. *Frontiers in Microbiology,* 16, 1562510. https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1562510

[Downloaded from rap.sanru.ac.ir on 2026-10-17]

[DOI: 10.61882/rap.2026.1570]